

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/DE05/000381

International filing date: 02 March 2005 (02.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 011 030.1

Filing date: 04 March 2004 (04.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 09 May 2005 (09.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 10 2004 011 030.1

Anmeldetag: 04. März 2004

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung: Verkleidung mit integriertem Polymeraktor zur Verformung derselben

IPC: F 15 D, B 64 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. April 2005  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Faust

AT: 04.03.2004  
A&R: 10 2004 011030.1



## Beschreibung

Verkleidung mit integriertem Polymeraktor zur Verformung derselben

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschicht und einem in die Verkleidung integrierten Polymeraktor zur Verformung der Grenzschicht.

10

Eine Verkleidung der eingangs genannten Art wird z. B. durch Ron Pelrin, in „Smart Structures and Materials 2001“, Proceedings of SPIE Vol. 4329 (2001) auf den Seiten 335 bis 349 beschreiben. Gemäß dieser Veröffentlichung kann eine Verkleidung aus einem membranartigen Polymeraktor bestehen, welcher auf einem Array von Kreislöchern aufgebracht wird. Oberhalb der Kreislöcher kann sich die Membran durch Anlegen eines elektrischen Feldes an das elektroaktive Polymer verformen, wobei sich der Polymeraktor auf den Stegen zwischen den Kreislöchern abstützt. Hierdurch lässt sich die Oberflächenstruktur der Verkleidung beispielsweise für aerodynamische Zwecke verformen um den Strömungswiderstand zu minimieren.

Als Polymerlage für den Polymeraktor können Elastomere wie z. B. Silikon verwendet werden. Hierdurch lässt sich ein elektrostatischer Elastomeraktor erzeugen, bei dem die Verformung der Polymerlage aufgrund der gegenseitigen Anziehung der Elektrodenlagen bei Vorliegen eines elektrischen Feldes erfolgt. Die Polymerlage kann jedoch auch aus einem elektroaktiven Polymer wie z. B. PMMA (Polymethyl Methacrylate) bestehen. Bei elektroaktiven Polymeren wird die Verformung aufgrund der Anziehung der Elektrodenlagen zusätzlich durch eine aktive Verformung des elektroaktiven Polymers im elektrischen

Feld unterstützt. Weitere Materialien für die Polymerlage können durch Mischungen der genannten Materialien untereinander oder mit anderen Materialien erhalten werden.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Verkleidung mit einer verformbaren Grenzschicht zu schaffen, welche einerseits einfach herzustellen ist und andererseits eine hohe Stabilität aufweist.
- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche an der verkleideten Unterlage anliegt, wobei die Anlagefläche nur mit Teilbereichen auf der Unterlage befestigt ist. Dadurch, dass die 15 Anlagefläche der Verkleidung vollständig auf der zu verkleideten Unterlage aufliegt, wird die Verkleidung durch die Unterlage optimal gestützt. Damit weist diese zumindest im unverformten, an der Unterlage anliegenden Zustand auch beispielweise gegenüber einem Staudruck bei aerodynamischen Anwendungen einen hohen Widerstand gegen eine staudruckbedingte 20 Verformung auf. Außerdem kann als Unterlage damit eine durchgehende Oberfläche verwendet werden, d. h. dass keine Vertiefungen wie die erwähnten Kreislöcher notwendig sind. Damit vereinfacht sich die Herstellung der verkleideten Oberfläche 25 vorteilhaft, und es wird gleichzeitig eine höhere Stabilität der Unterlage erreicht.

Die Verkleidung könnte beispielsweise auf den Tragflächen eines Flugzeugs aufgebracht werden. Im normalen Betriebszustand 30 liegt die Verkleidung dann fest auf der Tragfläche an und weist, wie bereits erwähnt, eine hohe Formstabilität auf. Die Betätigung des Polymeraktors wird nur für den Fall vorgesehen, dass eine sich ausbildende Eisschicht von der Tragfläche

abgesprengt werden muss, um eine Beeinträchtigung der aerodynamischen Eigenschaften der Tragflächen zu verhindern. Zur Verformung der Grenzschicht der Verkleidung wird der Polymeraktor durch Anlegen eines elektrischen Feldes aktiviert, so dass dieser sich verformt. Da die Verkleidung nur in Teilbereichen auf der Unterlage befestigt ist, führt die Verformung zwischen den Teilbereichen im Falle der Ausbildung des Polymeraktors als Membranaktor zu einer Wölbung von der Unterlage weg, so dass zwischen der Unterlage und der Verkleidung in diesen Bereichen ein Hohlraum entsteht. Im verformten Zustand besitzt die Verkleidung aufgrund der ausgebildeten Verwölbung eine erhöhte Eigenstabilität, so dass die fehlende Abstützung durch die Unterlage kompensiert wird. Nach der Enteisung legt sich die Verkleidung wieder fest an die Unterlage an.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Polymeraktor als Membranaktor ausgebildet ist. Membranaktoren lassen sich vorteilhaft kostengünstig für große Flächen herstellen. Die Verkleidung kann beispielsweise als folienförmiges Halbzeug hergestellt werden, welches als Verkleidung auf die zu verkleidende Unterlage aufgebracht und dort befestigt wird.

Für die Befestigung ist es vorteilhaft, wenn die Verkleidung in regelmäßigen Abständen punktuell auf der Unterlage befestigt ist. Diese punktuelle Befestigung kann beispielsweise mittels Klebepunkten oder auch durch Nietverbindungen erfolgen, wobei die Nietverbindungen gleichzeitig als elektrische Zuführungen für die zur Aktivierung des Polymeraktors notwendigen Flächenelektroden dienen können.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Verkleidung mit Durchgangslöchern versehen ist. Hierdurch kann sichergestellt wer-

den, dass sich die Verkleidung bei einer Verformung zuverlässig von der Unterlage abheben kann, da durch die Durchgangslöcher ein Druckausgleich zu den sich bildenden Hohlräumen hin möglich ist.

5

Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung wird erhalten, wenn die Verkleidung aus einzeln jeweils mit einem Ende auf der Unterlage befestigten Lamellen zusammengesetzt ist, wobei die Lamellen jeweils als Biegeaktor ausgebildete Polymeraktoren sind. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung ist die Verkleidung nicht durch eine geschlossene Folie gebildet, sondern weist jeweils Schlitze oder Zwischenräume auf, die die einzelnen Lamellen zumindest in Teilbereichen voneinander trennen. Auf diese Weise kann jede Lamelle einzeln als Biegeaktor aufgefasst werden, wobei eine Biegung durch Aktivierung des jeweiligen Polymeraktors erzeugt werden kann. Die Lamellen heben sich aufgrund der Biegung einseitig von der Unterlage ab, da sie mit dem anderen Ende jeweils auf der Unterlage befestigt sind. Die durch die Verkleidung erzeugte Oberfläche ist daher mit Fischschuppen vergleichbar, die gemeinsam die Grenzschicht der Verkleidung bilden und durch Aufstellen der Schuppen verformt werden kann. Der dadurch erreichbare Verformungseffekt ist vorteilhaft besonders groß, so dass die Lamellen besonders gut beispielsweise zum Absprengen einer Eis- oder auch Kalkschicht bei vereisungs- oder verkalkungsgefährdeten Objekten verwendet werden kann. Gleichzeitig lässt sich mittels der Lamellen eine strömungsdynamisch günstige Oberfläche erzeugen, die in der Fachwelt auch als Haifischhaut bezeichnet wird.

30

Eine weitere Lösung der oben angegebenen Aufgabe sieht vor, dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagenfläche an der

verkleideten Unterlage anliegt, wobei die Verkleidung mit der gesamten Anlagefläche fest mit der Unterlage verbunden ist und zumindest eine Elektrodenlage für den Polymeraktor aufweist, die sich nur über einen Teilbereich des Polymeraktors erstreckt. Durch die Verbindung der Verkleidung über die gesamte Anlagefläche wird vorteilhaft eine besonders stabile Verkleidung für die Unterlage geschaffen. Diese Stabilität bleibt auch erhalten, wenn der Polymeraktor verformt wird.

Die Verformung des Polymeraktors kommt nämlich nicht durch Abheben der Verkleidung und Auswölben von der Unterlage weg zustande, sondern durch das lediglich lokale Anlegen eines elektrischen Feldes an den Polymeraktor. Ein elektrisches Feld in dem Polymeraktor wird nämlich nur in denjenigen Teilbereichen erzeugt, die sich an die nur Teilbereiche des Polymeraktors abdeckende Elektrodenlage anschließen. Da die anderen Bereiche auch bei Anlegen eines elektrischen Feldes an den Polymeraktor unverformt bleiben, weichen diese Bereiche den angrenzenden verformten Bereichen aus, so dass in den Teilbereichen, in denen sich die Elektrodenlage befindet, eine Verdünnung des Polymeraktors und in den Teilbereichen außerhalb der Elektrodenlage eine Verdickung des Polymeraktors erfolgt. Hierdurch wird die Grenzschicht der Verkleidung verformt, wobei sich eine Topographie mit Erhebungen und Vertiefungen der Grenzschicht einstellt.

25

Es ist vorteilhaft, wenn die Elektrodenlage die Stege einer wabenartigen Struktur auf der Polymerlage bilden. Hierdurch lässt sich vorteilhaft eine regelmäßige Topografie der verformten Grenzschicht der Verkleidung einstellen, bei der die Erhöhungen nährungswise kreisförmig sind und durch eine wabenförmig zusammenhängende, talartige Vertiefung voneinander getrennt sind. Diese Bauform der Elektrodenlage hat außerdem den Vorteil, dass sie, obwohl sie nur Teilbereiche des Poly-

meraktors bedeckt eine zusammenhängende Struktur bildet, die einerseits einfach herzustellen und auf die Polymerlage aufzubringen ist und andererseits vorteilhaft auch einfach elektrisch zu kontaktieren ist. Selbstverständlich kann die  
5 Elektrodenlage auch anders, z. B. linienförmig strukturiert sein, um z. B. eine Textur der Oberfläche zu erzeugen.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Unterlage eine Elektrode für eine Polymerschicht des Po-  
10 lymeraktors bildet. Dies ist nur dann möglich, wenn die Unterlage selbst elektrisch leitend ist. In diesem Fall wird eine Elektrodenlage zwischen der Unterlage und der Polymerla-  
ge eingespart, was vorteilhaft den Fertigungsaufwand verrin-  
gert. Die Unterlage kann beispielsweise geerdet sein, so dass  
15 das Potential zur Erzeugung eines elektrischen Feldes an die grenzschichtseitige Elektrodenlage angelegt werden kann.

Zuletzt ist gemäß einer Ausgestaltung beider Varianten der Erfindung vorgesehen, dass die Grenzschicht als Zusatzschicht  
20 auf dem Polymerator ausgebildet ist. Diese Zusatzschicht kann verschiedene Funktionen übernehmen und vorteilhaft da-  
durch die Funktionalität der Verkleidung verbessern oder er-  
weitern. Beispielsweise ist eine optische Funktion (Farb-  
stoff, Leuchtschicht) denkbar. Weiter kann die Zusatzschicht  
25 eine Schutzfunktion für den Polymerator übernehmen, so dass dieser vor Umwelteinflüssen geschützt wird. Auch ist eine Zu-  
satzschicht denkbar, die aufgrund ihrer Oberflächenstruktur einen Lotuseffekt der Oberfläche bewirkt. Wesentlich für die Funktion des Polymeraktors ist jedoch, dass die Zusatzschicht  
30 elastisch ist, so dass sie eine Verformung der Grenzschicht nicht verhindert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Ausführungsbeispiele beschrieben. Hierbei zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung, bei der ein membranartiger Polymeraktor mit punktueller Befestigung auf der Unterlage zum Einsatz kommt, im schematischen Schnitt,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung mit lamellenartigen Polymeraktoren als Seitenansicht und

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung mit einem ganzflächig fest auf der Unterlage montierten Polymeraktor und einer wabenartigen Elektrode als geschnittene, perspektivische Ansicht.

Gemäß Figur 1 ist eine Verkleidung 11 auf einer Unterlage 12, die verkleidet werden soll, mittels Niete 13 punktuell befestigt. Die Verkleidung wird durch einen Polymeraktor 14 gebildet, der als Membranaktor ausgeführt ist. Dieser weist eine

Polymerlage 15 aus einem elektroaktiven Polymer auf, welcher beidseitig mit je einer Elektrodenlage 16a, 16b versehen ist.

Die Niete 13 sind in elektrisch isolierenden Buchsen 17 in der Unterlage 12 befestigt, so dass eine elektrische Isolation der Niete 13 von der an sich elektrisch leitfähigen Unterlage 12 gewährleistet ist. Die Niete 13 sind elektrisch leitend mit der von der Unterlage abgewandten Elektrodenlage 16a verbunden, während die an die Unterlage 12 angrenzende Elektrodenlage 16b mit dieser kontaktiert ist. die Unterlage 12 kann damit als Erdung 18 der Elektrodenlage 16b zum Einsatz

kommen. Wird über die Niete 13 ein Potential P angelegt, so führt das daraus resultierende elektrische Feld in der Polymerlage 15 zum in Figur 1 dargestellten Verformungszustand des Polymeraktors 14, der dadurch gekennzeichnet ist, dass

sich zwischen den Nieten 13 sich von der Unterlage 12 wegwölbende Bäuche der Verkleidung entstehen.

Mit der Verkleidung gemäß Figur 1 ließen sich beispielsweise  
5 die aerodynamischen Eigenschaften einer durch den Polymeraktor 14 gebildeten Grenzschicht verändern. Die Grenzschicht wird im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 durch die Elektrodenlage 16a gebildet.

10 Da der Polymeraktor 14 im unverformten Zustand mit einer Anlagefläche A ohne Zwischenraum fest an der Unterlage 12 anliegt (nicht dargestellt), sind in der Verkleidung 11 weiterhin Durchgangslöcher 19 vorgesehen, so dass ein Druckausgleich erfolgen kann, sobald sich aufgrund der Verformung des  
15 Polymeraktors 14 ein Hohlraum 20 zwischen der Verkleidung 11 und der Unterlage 12 ausbildet. Im Hohlraum 20 gemäß Figur 1 sind weitere Kontaktstellen 21 der Verkleidung 11 mit der Unterlage 12 dargestellt, die hinter der Schnittebene gemäß Figur 1 liegen und durch verdeckte, den dargestellten Nieten 13  
20 benachbarte Nieten erzeugt werden. Die Nieten 13 sind auf der Unterlage jeweils in den Mittelpunkten der Waben eines gedachten Wabenmusters angeordnet.

In den weiteren Figuren sind sich entsprechende Bauelemente  
25 mit jeweils den gleichen Bezugszeichen versehen, wobei diese nur insoweit nochmals erläutert werden, wie sich Unterschiede zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ergeben.

Eine Verkleidung gemäß Figur 2 besteht aus Lamellen 22, welche jeweils mit ihrem einen Ende 23a fest mit der Unterlage 12 verbunden sind, während das andere Ende 23b zusammen mit der Anlagefläche A nur auf der Unterlage 12 aufliegt. Die Lamellen 22 weisen Polymeraktoren 14 auf, die als Biegeaktoren  
30

ausgeführt sind. Um bei Verformung der Polymerlage 15 eine Biegung der Lamellen 22 hervorzurufen, ist die der Unterlage 12 zugewandte Elektrodenlage 16b mit einer im Vergleich zur Elektrodenlage 16a und einer auf dieser aufgebrachten Zusatzschicht 24 wesentlich höheren Elastizität ausgestattet. Die Biegung der Lamellen wird also dadurch hervorgerufen, dass die Elektrodenlage 16a und die Zusatzschicht 24 einer Dehnung der Polymerlage 15 einen wesentlich größeren Widerstand entgegensezten als die Elektrodenlage 16b.

10

Die Zusatzschicht kann je nach ihrer Beschaffenheit zusätzliche Funktionen der Verkleidung erfüllen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 erhöht sie beispielsweise die Steifigkeit der Elektrodenlage 16a, so dass die Funktionalität des Biegeaktors verbessert wird. Die Zusatzschicht kann beispielsweise aus Teflon bestehen, so dass die Haftung beispielsweise von Kalkablagerungen 25 verringert wird und durch Betätigung der Biegeaktoren ein Absprengen der Kalkablagerungen 25 erleichtert wird.

15  
20

Die Verkleidung gemäß Figur 3 wird durch die Polymerlage 15 gebildet, die ganzflächig fest mit der Unterlage 12 verbunden ist. Die Unterlage 12 ist elektrisch leitend ausgeführt und bildet insofern gleichzeitig die eine Elektrodenlage 16b zur Aktivierung der Polymerlage 15. Die andere Elektrodenlage 16a besteht aus wabenförmig miteinander verbundenen Stegen auf der freien Oberfläche der Polymerlage 15. Wird an die Elektrodenlagen 16a, 16b eine Spannung U angelegt, so entsteht in der Polymerlage 15 ein elektrisches Feld mit örtlich unterschiedlich starker Ausprägung, wobei das Feld im Bereich der wabenartigen Stege der Elektrodenlage 16a ein Maximum erreicht. Daher ist in diesen Bereichen die Verformung der Polymerlage 15, also die Verringerung ihrer Dicke am stärksten,

so dass das Material der Polymerlage in das Wabeninnere der durch die Stege gebildeten Waben verdrängt wird und dort zu einer Verdickung der Polymerlage 15 führt. Hierbei stellt sich das durch die strichpunktiierte Linie angedeutete Profil 5 26 der Oberfläche der Verkleidung ein. Diese Gestaltänderung der Oberfläche kann in der bereits beschriebenen Weise genutzt werden.

Die Polymeraktoren 14 gemäß der Figuren 1 bis 3 weisen jeweils nur eine Polymerlage 15 auf. Allerdings können auch Schichtaktoren mit mehreren Polymerlagen verwendet werden (nicht dargestellt), wobei sich hierdurch die erreichbaren Verformungsbeträge steigern lassen.  
10

Patentansprüche

1. Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschicht und einem in die Verkleidung

5 integrierten Polymeraktor (14) zur Verformung der Grenzschicht,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche (A) an

10 der verkleideten Unterlage (12) anliegt, wobei die Anlagefläche nur mit Teilbereichen auf der Unterlage (12) befestigt ist.

2. Verkleidung nach Anspruch 1,

15 dadurch gekennzeichnet,

dass der Polymeraktor als Membranaktor ausgebildet ist.

3. Verkleidung nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

20 dass diese in regelmäßigen Abständen punktuell auf der Unterlage befestigt ist.

4. Verkleidung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

25 dass die Verkleidung mit Durchgangslöchern (19) versehen ist.

5. Verkleidung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass diese aus einzeln jeweils mit einem Ende auf der Unter-

30 lage befestigten Lamellen (22) zusammengesetzt ist, wobei die Lammellen jeweils als Biegeaktor ausgebildete Polymeraktoren sind.

6. Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschicht und einem in die Verkleidung integrierten Polymeraktor (14) zur Verformung der Grenzschicht,

- 5 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche (A) an der verkleideten Unterlage (12) anliegt, wobei die Verkleidung mit der gesamten Anlagefläche (A) fest mit der Unterlage  
10 (12) verbunden ist und zumindest eine Elektrodenlage (16a) für den Polymeraktor (14) aufweist, die sich nur über einen Teilbereich des Polymeraktors (14) erstreckt.

7. Verkleidung nach Anspruch 6,

- 15 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Elektrodenlage (16a) die Stege einer wabenartigen Struktur auf der Polymerlage (15) bilden.

8. Verkleidung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

- 20 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Unterlage (12) eine Elektrode für eine Polymer-  
schicht (15) des Polymeraktors (14) bildet

9. Verkleidung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- 25 dadurch gekennzeichnet,  
dass die Grenzschicht als Zusatzschicht (24) auf dem Polymer-  
raktor ausgebildet ist.

Zusammenfassung

Verkleidung mit integriertem Polymeraktor zur Verformung derselben

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verkleidung (22) für eine Wand (12) mit einer durch einen Polymeraktor (14) verformbaren Grenzschicht (24). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verkleidung über eine Anlagefläche (A) zumindest im unverformten Zustand vollständig an der Wand anliegt, wodurch vorteilhaft die an sich elastische Wandverkleidung stabilisiert wird. Die Wandverkleidung kann beispielsweise ein Form von Lamellen (22) jeweils punktuell auf der Wand (12) befestigt werden, so dass eine Aktivierung des Polymeraktors (14) 15 eine Verbiegung der Lamellen (22) hervorruft, wodurch beispielsweise eine Eisschicht (25) von der Verkleidung abgesprengt werden kann. alternativ kann die Verkleidung auch aus einem Membranaktor gebildet sein, welcher punktuell oder ganzflächig auf der Wand (12) befestigt ist (nicht dargestellt).

FIG 2

2004 P 03115

1/1

